

La cowdriose dans la Caraïbe

Nathalie Vachiéry (1), Dominique Martinez (2), Thierry Lefrançois (1) (thierry.lefrancois@cirad.fr)

(1) Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), UMR 15 Cirad-Inra CMAEE, Petit Bourg, Guadeloupe

(2) Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), UMR 15 Cirad-Inra CMAEE, Montpellier, France

Résumé

La cowdriose est une maladie tropicale mortelle des ruminants due à *Ehrlichia ruminantium* (ER) et transmise par des tiques du genre *Amblyomma*. Elle est présente en Afrique sub-saharienne, dans l'Océan indien et, dans la Caraïbe, uniquement en Guadeloupe continentale (Grande Terre et Basse Terre, hors dépendances), à Marie Galante et à Antigua. En Guadeloupe et encore plus à Marie Galante, le taux d'infestation des troupeaux par les tiques *A. variegatum* est très élevé (elles sont présentes dans 45 % des élevages) et le taux de tiques infectées par ER l'est aussi (15 %), expliquant la forte prévalence des cas de cowdriose. La diversité des souches d'ER dans la Caraïbe est aussi importante qu'en Afrique. La recherche sur la mise au point de vaccins est confrontée à cette diversité des souches sur le terrain et nécessite des études poussées d'épidémiologie moléculaire. La tique *A. variegatum*, initialement présente sur seulement trois îles, s'est établie dans une majorité des îles des petites Antilles pendant la seconde moitié du XX^e siècle. Un programme d'éradication mis en place dans les îles anglophones a permis de limiter cette dispersion mais il subsiste un risque d'introduction d'*A. variegatum* sur le continent américain notamment via les hérons garde-bœufs en provenance de la Caraïbe. Le groupe de travail « Tiques et maladies transmises » du réseau caribéen de santé animale CaribVET a recommandé, pour les îles les plus infestées par *A. variegatum* et ne pouvant mettre en place une surveillance de la tique, de développer au moins une surveillance de la cowdriose. Ainsi, depuis 2010, un réseau de surveillance des pathologies nerveuses (RESPANG) chez les ruminants a été mis en place en Guadeloupe, portant une attention particulière à la cowdriose. Il vise à mieux caractériser la maladie sur l'île, à analyser les facteurs de risque et à améliorer la communication aux éleveurs sur le sujet.

Mots clés

Cowdriose, *Ehrlichia ruminantium*, *Amblyomma variegatum*, Caraïbe, vaccin

Abstract

Heartwater in the Caribbean

Heartwater is a fatal tropical disease of ruminants caused by *Ehrlichia ruminantium* (ER) and transmitted by *Amblyomma* ticks. It is found in sub-Saharan Africa, the Indian Ocean and the Caribbean, where it is limited to mainland Guadeloupe (Grande Terre and Basse Terre, excluding dependant territories), Marie Galante and Antigua. In Guadeloupe and more so in Marie Galante, the level of herd infestation by *A. variegatum* ticks is very high (they are found in 45 % of farms), as is the rate of ticks infected by ER (15 %), which explains the high prevalence of cases of heartwater. The diversity of strains of ER in the Caribbean is as great as in Africa. Research on vaccine development has to take this diversity of strains in the field into account, which requires extensive molecular epidemiology studies. The *A. variegatum* tick, initially only found on three islands, became established on most of the islands of the Lesser Antilles during the second half of the 20th century. An eradication programme implemented in the English-speaking islands has helped limit this spread but there remains a risk of introduction of *A. variegatum* on the American continent, in particular via Cattle Egrets from the Caribbean. The Working Group on "Tick-borne Diseases" of the CaribVET Caribbean Animal Health Network has recommended, for the islands most infested with *A. variegatum* and that are unable to implement a tick monitoring programme, the development of at least one surveillance scheme for heartwater. Since 2010, therefore, a surveillance network for nervous disorders (RESPANG) in ruminants has been set up in Guadeloupe, paying particular attention to heartwater. The objective is to better characterise the disease on the island, analyse the risk factors and improve communication with farmers on the subject.

Keywords

Heartwater, *Ehrlichia ruminantium*, *Amblyomma variegatum*, Caribbean, vaccine

Agent pathogène et transmission

La cowdriose, nommée « heartwater » en anglais, est une maladie tropicale mortelle des ruminants domestiques et sauvages transmise par des tiques du genre *Amblyomma*. L'agent pathogène de cette maladie est une bactérie intracellulaire obligatoire *Ehrlichia ruminantium* (ER), qui appartient à l'ordre des *Rickettsiales*. Chez la tique, le pathogène se multiplie dans les cellules de la paroi intestinale puis dans les glandes salivaires; il est transmis à l'hôte lors du repas sanguin. Chez l'hôte, ER infecte préférentiellement les cellules endothéliales (Figure 1), les monocytes et les neutrophiles. La transmission du pathogène chez le vecteur est trans-stadiale, la tique restant porteuse du pathogène au stade de développement suivant (transmission de la nymphe à l'adulte, par exemple). La transmission trans-ovarienne est exceptionnelle [1].

Les différentes formes de la maladie

Pour une souche de virulence donnée, la sensibilité à la maladie dépend de l'espèce, les caprins et les ovins étant plus sensibles que les bovins. Il existe aussi une sensibilité variable en fonction de la race, les animaux améliorés et importés d'Europe étant en particulier plus sensibles à cette maladie que les animaux autochtones. Plusieurs formes

de la maladie sont décrites, allant de la forme sévère à la forme bénigne. Les symptômes peuvent inclure une hyperthermie soudaine, des poils ébouriffés, de l'abattement avec la tête portée basse, une détresse respiratoire liée à la présence d'œdèmes pulmonaires et péricardiques et enfin des troubles nerveux (trouble de la marche, pédalage)

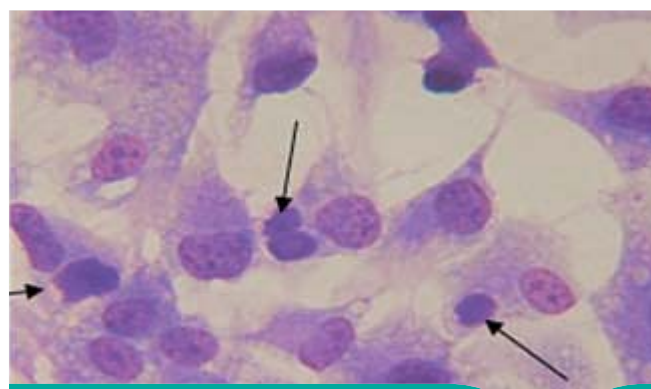


Figure 1. Colonies d'ER dans des cellules endothéliales bovines, Observation au microscope optique, coloration RAL555

suivis de la mort. Suivant la forme de la maladie, les symptômes décrits seront plus ou moins intenses. Dans la forme suraiguë, il n'y a pas de signes avant-coureurs, l'animal est généralement retrouvé mort. Dans la forme bénigne, qui passe en général inaperçue, l'animal présente une hyperthermie de 2-3 jours puis guérit spontanément. Les animaux ayant subi une forme bénigne restent porteurs asymptomatiques et jouent un rôle épidémiologique important dans les zones où la maladie est endémique [1].

La répartition géographique

La cowdriose est transmise par des tiques du genre *Amblyomma*. *A. variegatum* (Figure 2) et *hebraeum* sont les espèces vectrices principales : *A. variegatum* est la plus largement répandue en Afrique et la seule présente dans la Caraïbe ; *A. hebraeum* est présente dans le Sud de l'Afrique [1]. La maladie est observée dans toute l'Afrique subsaharienne ainsi que dans plusieurs îles de l'Océan indien (Réunion, Madagascar, Comores et Mayotte) et dans certaines îles de la Caraïbe.



Figure 2. *Amblyomma variegatum* mâle et *Amblyomma variegatum* femelle gorgée

Impact de la cowdriose dans la Caraïbe

La cowdriose est présente dans la Caraïbe uniquement en Guadeloupe continentale (Grande Terre et Basse Terre, hors dépendances), à Marie Galante et à Antigua (Figure 3). Une étude menée en 2005 a montré que la prévalence d'*ER* chez les tiques de Marie Galante était de 19,1 % et que les tiques infectées étaient trouvées dans un tiers des élevages visités [2, 3]. D'autre part, le taux d'infestation des élevages était très élevé compte tenu des moyens de lutte mis en place : 35,6 % des élevages étaient infestés par la tique *A. variegatum* en Guadeloupe continentale, des femelles gorgées étant présentes dans 6,1 % des élevages infestés. À Marie Galante, 73,8 % des élevages étaient infestés et des femelles gorgées étaient observées chez 11,5 % d'entre

eux. La présence de femelles gorgées dans les élevages entraîne la ré-infestation permanente des pâturages, une tique ayant la capacité de pondre entre 15 000 et 40 000 œufs dans des conditions optimales [1]. En 2005, les visites des vétérinaires dans les élevages guadeloupéens ont montré qu'un tiers des cas de maladies et un quart des mortalités des ruminants étaient associés à la cowdriose, d'après le tableau clinique observé. À Antigua, le taux d'infection des tiques par *ER* était plus faible (5,8 %) et seuls 2,2 % des élevages infestés étaient infestés par les tiques ; très peu de cas de cowdriose y sont d'ailleurs rapportés. La Guadeloupe, Marie Galante et dans une moindre mesure, Antigua, constituent un réservoir pour la dispersion d'*A. variegatum* infectées par *ER* aux autres îles de la Caraïbe.

Depuis 2010, un réseau de surveillance des pathologies nerveuses chez les ruminants en Guadeloupe (RESPANG) a été mis en place. Ce réseau porte une attention particulière à la cowdriose. Les vétérinaires suspectant cette maladie chez des ruminants réalisent des prélèvements de sang sur animaux malades ou d'organes (cerveau, poumon) sur animaux morts sur lesquels est recherchée, par diagnostic moléculaire, la présence d'*ER*. Cela devrait permettre de définir l'impact réel de cette maladie en Guadeloupe. Un questionnaire sur les pratiques d'élevage est rempli avec l'éleveur afin d'analyser les facteurs de risque potentiels de la cowdriose et une sensibilisation des éleveurs est réalisée par le groupement de défense sanitaire de la Guadeloupe (GDSG) autour des élevages où des cas positifs sont confirmés par le laboratoire de référence OIE pour la cowdriose (UMR Cirad-Inra CMAEE, Cirad Guadeloupe). L'ensemble du système a été informatisé afin d'avoir une base de donnée renseignable et consultable en ligne avec géoréférencement des cas.

Diversité des souches d'*ER* dans la Caraïbe

La diversité des souches d'*ER* dans la Caraïbe est aussi importante qu'en Afrique (Figure 4) [3, 4]. Le typage des souches d'*ER* a été réalisé en comparant les séquences d'un gène codant pour une protéine de membrane polymorphe, MAP-1 (Major Antigenic Protein-1). Huit souches différentes, caractérisées sur la base du génotype *map-1*, ont été identifiées en Guadeloupe et à Marie Galante, dont quatre sont communes aux deux îles. Trois souches ont été identifiées à Antigua dont deux sont identiques aux souches présentes en Guadeloupe et à Marie Galante [4]. Ces souches sont identiques aux souches de référence isolées en Afrique comme les souches Sénégal, Mara, Kiswani, Banankéléda et Mali, et isolées dans la Caraïbe comme la souche Gardel (isolée en Guadeloupe) et la souche Antigua (isolée sur l'île d'Antigua) (Figure 4) [3, 4]. L'introduction de la tique *A. variegatum* et de la cowdriose dans la Caraïbe est associée au commerce triangulaire et à l'introduction de bétail en provenance d'Afrique de l'Ouest à partir du milieu du XVIII^e siècle [5, 6]. Étant donné qu'il n'y a pas eu de nouvelles importations de bétail africain depuis le XIX^e siècle, la diversité d'*ER* observée dans la Caraïbe dès cette époque serait la conséquence d'une introduction de plusieurs souches africaines. L'étude de l'évolution des souches d'*ER* dans la Caraïbe, dans l'Océan indien et en Afrique basée sur une analyse multi-locus des gènes est en cours et permettra de mieux comprendre la génération de la diversité des souches.

Les vaccins contre la cowdriose

Il existe un seul vaccin commercial qui est principalement utilisé en Afrique du Sud. Il consiste en une injection par voie intraveineuse de sang infectieux suivie d'un traitement aux tétracyclines lors de l'apparition de la fièvre. La souche « Ball3 » est utilisée préférentiellement car elle a une virulence moyenne, permettant ainsi le traitement des animaux. Ce vaccin confère une protection forte et durable. Cependant, ce mode de vaccination est risqué et coûteux car il faut respecter la chaîne du froid pour l'inoculum et avoir un suivi journalier de la température des animaux, les animaux pouvant mourir s'ils ne sont pas traités dans les temps. D'autres vaccins expérimentaux ont montré leur efficacité comme les vaccins utilisant une souche atténuée (Sénégal

ou Welgevonden) et le vaccin inactivé [7, 8, 9, 10]. Ce vaccin inactivé émulsionné avec de l'adjuvant huileux ISA50 est efficace en conditions expérimentales et permet une protection de 80 à 100 % des chèvres vaccinées lors d'une infection avec une souche homologe [11]. Il a été testé sur le terrain au Burkina Faso : 72 % des animaux vaccinés soumis à une infestation naturelle par des tiques infectées y ont survécu, ce qui ne fut le cas que de 47 % des témoins non vaccinés [10]. Dans cette étude, l'ajout d'une souche locale à la souche vaccinale Gardel a permis une nette amélioration de la protection. Lors de cette étude, il a été montré une grande diversité des souches sur une zone géographique restreinte avec des différences de distribution de souches entre les villages distants d'une vingtaine de kilomètres mais aussi des différences de distribution d'une année sur l'autre [10].

Le vaccin inactivé a été adapté aux conditions de production semi-industrielles permettant ainsi de réduire considérablement les coûts de production du vaccin (0,11 centime par dose) [12, 13]. Il est envisageable à moyen terme d'utiliser un vaccin inactivé régional contenant un cocktail de souches locales. Pour ce faire, il est essentiel que les souches circulant dans la zone soient isolées et cultivées *in vitro* et que des données de protection entre groupes de souches soient générées permettant ainsi de choisir les souches appropriées pour constituer le vaccin.

Un vaccin recombinant associant une vaccination avec de l'ADN codant pour une protéine d'ER et un rappel avec la protéine recombinante correspondante a montré une bonne efficacité lors d'une infection expérimentale. Cependant, des séquences et protéines de plusieurs souches devraient être incorporées dans le vaccin afin d'en augmenter l'efficacité et de couvrir le spectre des souches circulantes [14]. Cependant, ce type de vaccin est peu adaptable aux conditions de terrain.

Globalement, ces observations soulignent la complexité de trouver un vaccin efficace contre la cowdriose quel que soit le type de vaccin utilisé, en raison de la diversité des souches présentes sur le terrain. Dans ce contexte, il est essentiel de mener une étude de caractérisation génétique des souches dans les zones où la mise en place d'une stratégie vaccinale est envisagée de manière à choisir les souches vaccinales adaptées.

Lutte contre la tique *Amblyomma* dans la Caraïbe

A. variegatum est restée cantonnée à la Guadeloupe, Marie Galante et Antigua jusqu'au milieu du XX^e siècle. Son expansion aux autres îles de la Caraïbe a alors été rapide et est probablement liée à l'établissement dans la zone de hérons garde-boeufs (*Bubulcus ibis*). Ces oiseaux sont en contact étroit avec les bovins et peuvent être porteurs de larves et de nymphes d'*Amblyomma*. Comme ils sont erratiques ou migrateurs, ils peuvent passer d'île en île. À la fin des années 1980, 18 îles de la Caraïbe étaient infestées.

Un programme d'éradication puis de contrôle de la tique *A. variegatum* (CAP, Caribbean *Amblyomma* Program) a été lancé en 1994 dans les îles anglophones des petites Antilles et la partie néerlandaise de Saint Martin, Saint Marteen. Neuf îles ont participé au programme d'éradication qui a duré jusqu'en 2008 : Anguilla, Antigua et Barbuda, Barbade, Dominique, Montserrat, Saint Kitts, Nevis, Sainte Lucie et Saint Marteen. Le programme comportait une première phase de 2 à 3 ans au cours de laquelle les animaux étaient traités toutes les deux semaines avec un acaricide, le Bayticol®, contenant de la fluméthrine (un pyréthrinoloïde de synthèse), appliqué en dépôt dorsal. La deuxième phase consistait en une surveillance active des troupeaux afin de déterminer la période de fin de traitement et le statut des îles : infestée, provisoirement indemne ou indemne de tiques. Entre 2001 et 2003, six îles ont été déclarées provisoirement indemnes de la tique *Amblyomma* : Sainte Lucie, Saint Kitts, Montserrat, Anguilla, Dominique et Barbade. Antigua et Barbuda, Nevis et Saint Marteen sont restés infestés [15]. Dès 2004, Saint Kitts a perdu son statut d'île provisoirement indemne de tiques et Sainte Lucie et La Dominique

sont caractérisés par des foyers de réinfestations (Figure 3). Une étude a été effectuée de manière à identifier les raisons du succès et les faiblesses du programme CAP à partir des données de surveillance obtenues dans quatre îles (Saint Kitts, Nevis, Sainte Lucie et Barbade) [16]. Il a été démontré que les programmes de traitement avaient entraîné une diminution de la proportion des fermes infestées par les tiques, mais que le niveau de surveillance dans certaines zones avait été insuffisant notamment à Saint Kitts. Une saisonnalité marquée des tiques, avec observation d'un pic de tiques adultes au troisième trimestre, a été mise en évidence particulièrement à Nevis et Saint Kitts.

Un programme de contrôle d'*Amblyomma*, le programme POSEIDOM, a aussi été conduit dans les Antilles françaises de 1995 à 1998, mais ce n'est qu'à partir des années 2000 que la stratégie de contrôle a été revue dans ces îles afin d'inclure une recommandation de traitement tous les 15 jours au Bayticol®, en dépôt dorsal.

Le groupe de travail « Tiques et maladies transmises » du réseau caribéen de santé animale CaribVET a recommandé pour les îles les plus infestées par *Amblyomma* et ne pouvant mettre en place une lutte contre la tique, de développer au moins une surveillance de la cowdriose. Ceci a été réalisé pour la Guadeloupe par le développement du réseau de surveillance RESPANG (voir le paragraphe « Impact de la cowdriose dans la Caraïbe »).

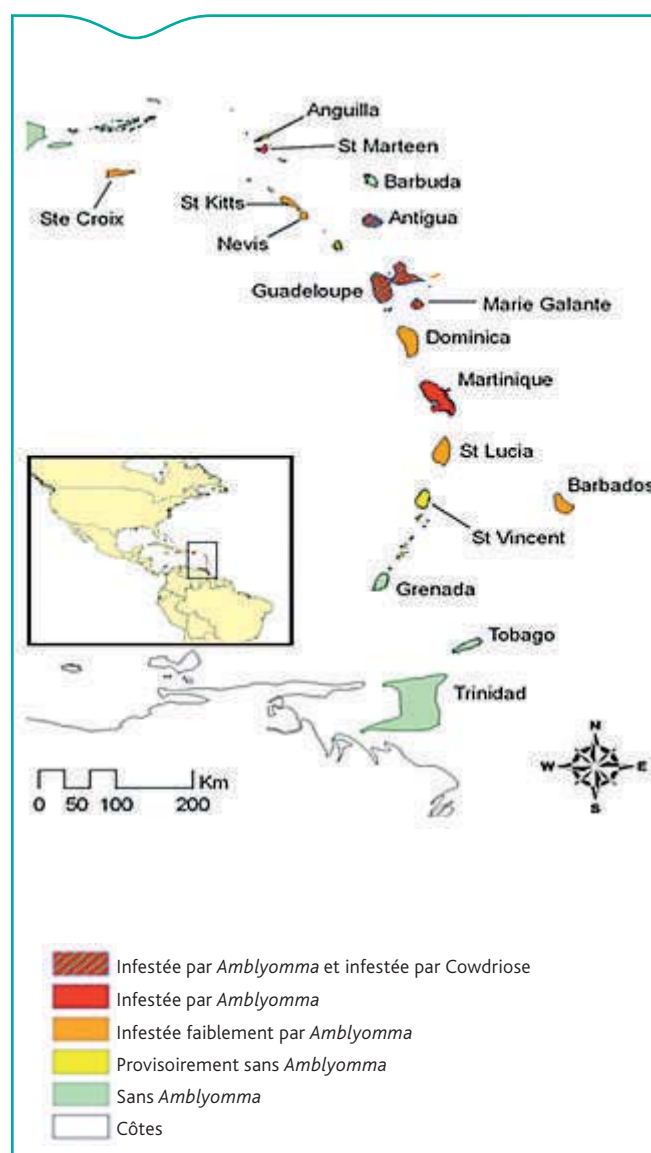


Figure 3. Répartition de la tique *A. variegatum* et de la cowdriose dans la Caraïbe (Ahoussou et al., 2010, Vet. Parasitol.)

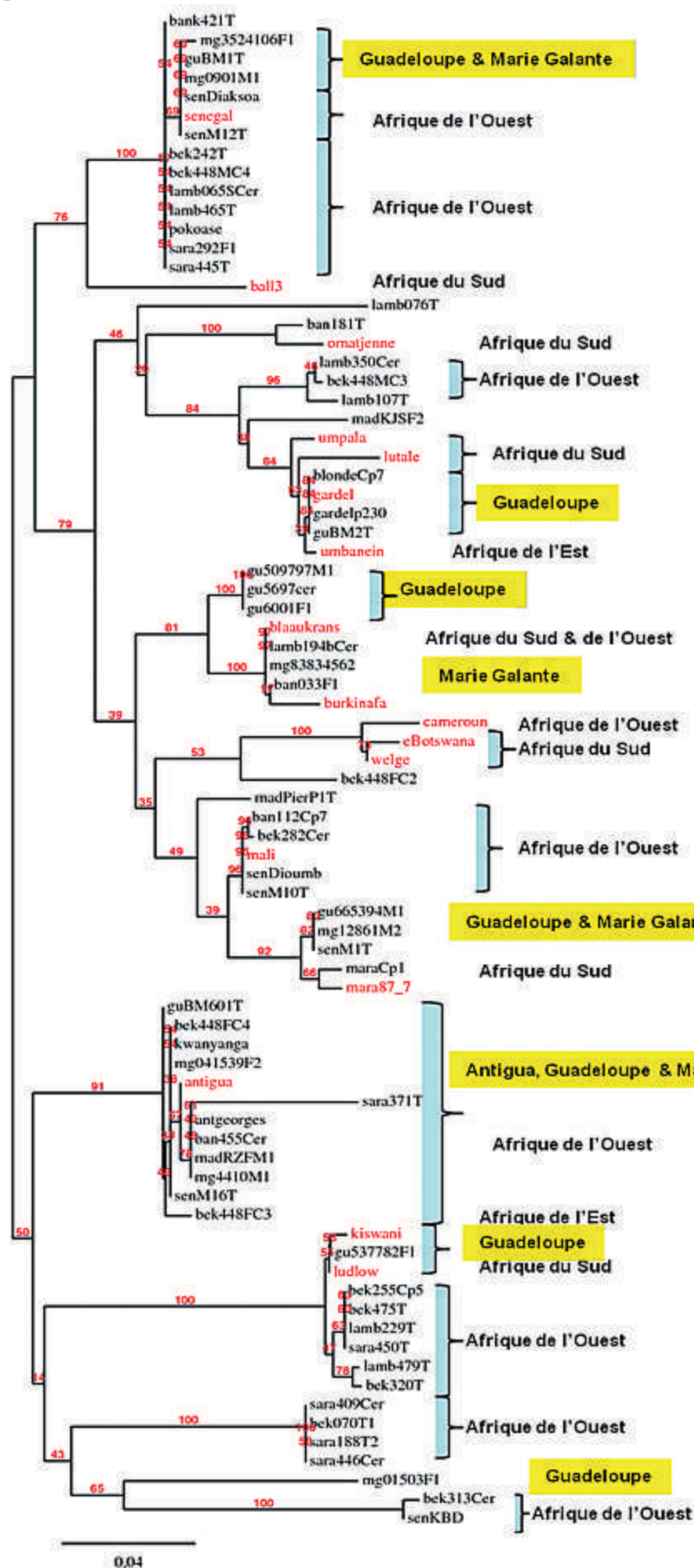


Figure 4. Génotypes *map-1* des souches de la Caraïbe et des souches africaines : dendrogramme *map-1* suivant la méthode de Neighbor joining.

Risque d'introduction de la cowdriose sur le continent américain

Il existe sur le continent américain des tiques du genre *Amblyomma* qui sont susceptibles de s'infecter et de transmettre *ER* avec des degrés divers de compétence vectorielle. *A. maculatum* a une capacité de s'infecter et de transmettre le pathogène identique à *A. variegatum* alors qu'*A. cajennense* et *A. americanum* s'infectent peu. Ils constitueraient des vecteurs possibles mais peu efficaces d'*ER*. L'aire de répartition d'*A. maculatum* s'étend à l'ensemble du Golfe du Mexique, tandis qu'*A. cajennense* a une distribution plus large qui s'étend du nord du Mexique jusqu'au sud du Brésil à l'exception des régions andines [1]. L'introduction sur le continent américain d'un bovin infecté, même porteur sain, à partir des Antilles pourrait induire l'établissement d'un cycle d'infection pérenne en raison de la présence de vecteurs susceptibles de transmettre la maladie et de la présence abondante de ruminants domestiques et sauvages sensibles à la cowdriose. De plus, il y subsiste un risque d'introduction d'*A. variegatum* sur le continent américain notamment via les hérons garde-bœufs en provenance de la Caraïbe [17].

En conclusion, la situation de la Caraïbe au regard de la tique *A. variegatum* peut être considérée comme instable. La plupart des îles des petites Antilles sont encore infestées par la tique *Amblyomma* avec des taux d'infestation très hétérogènes suivant les îles. La fin du programme CAP a eu pour conséquence la diminution ou même l'arrêt des traitements au Bayticol® dans plusieurs îles, et il s'en est suivi une augmentation du taux d'infestation. Le risque de dispersion à d'autres îles est donc élevé surtout en tenant compte du fait que l'ensemble de la zone Caraïbe constitue un habitat favorable pour l'établissement de la tique et que les voies de dispersion (héron garde-bœufs, échanges...) sont toujours présentes. La cowdriose reste pour l'instant cantonnée à la Guadeloupe, Marie Galante et Antigua mais pourrait aussi voir sa zone de présence s'étendre en parallèle avec celle de la tique.

Références bibliographiques

- [1] Martinez, D., 2003. Cowdriose. Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. Editions TEC & DOC. 91, 1111-1132.
- [2] Molia S, Frebling M, Vachiéry N, Pinarello V, Petitclerc M, Roustean A, Martinez D, Lefrançois T. *Amblyomma variegatum* in cattle in Marie Galante, French Antilles: prevalence, control measures, and infection by *Ehrlichia ruminantium*. Vet Parasitol. 2008 May 31;153(3-4):338-46.
- [3] Vachiéry N, Jeffery H, Pegram R, Aprelon R, Pinarello V, Kandassamy Y, Raliniaina M, Molia S, Savage H, Alexander R, Frebling M, Martinez D, Lefrançois T. *Amblyomma variegatum* ticks and heartwater on three Caribbean Islands. Ann N Y Acad Sci. 2008 Dec;1149:191-5.
- [4] Raliniaina M, Meyer DF, Pinarello V, Sheikboudou C, Emboulé L, Kandassamy Y, Adakal H, Stachurski F, Martinez D, Lefrançois T, Vachiéry N. Mining the genetic diversity of *Ehrlichia ruminantium* using map genes family. Vet Parasitol. 2010 Feb 10;167(2-4):187-95. Epub 2009 Sep 23.PMID: 19819629.
- [5] Uilenberg, G., Barré, N., Camus, E., Burridge, M.J., Garriss, G.I., 1984. Heartwater in the Caribbean. Prev. Vet. Med. 2, 255-267.
- [6] Maillard, J.C. & N. Maillard. 1998. Historique du peuplement bovin et de l'introduction de la tique *Amblyomma variegatum* dans les îles françaises des Antilles: synthèse bibliographique. Ethnozootecnie 61: 19-35.
- [7] Zweygarrth, E., Josemans, A.I., Van Strijp, M.F., Lopez-Rebollar, L., Van Kleef, M., Allsopp, B.A., 2005, An attenuated *Ehrlichia ruminantium* (Welgevonden stock) vaccine protects small ruminants against virulent heartwater challenge. Vaccine 23, 1695-1702.
- [8] Faburay B, Geysen D, Ceesay A, Marcelino I, Alves PM, Taoufik A, et al. Immunisation of sheep against heartwater in The Gambia using inactivated and attenuated *Ehrlichia ruminantium* vaccines. Vaccine 2007;25(46):7939-47.
- [9] Mahan SM, Smith GE, Kumbula D, Burridge MJ, Barbet AF. Reduction in mortality from heartwater in cattle, sheep and goats exposed to field challenge using an inactivated vaccine. Vet Parasitol 2001;97(4):295-308.
- [10] Adakal, H., Stachurski, F., Konkobo, M., Zoungrana, S., Meyer, D.F., Pinarello, V., Aprelon, R., Marcelino, I., Alves, P.M., Martinez, D., Lefrançois, T., Vachiéry, N., 2010, Efficiency of inactivated vaccines against heartwater in Burkina Faso: Impact of *Ehrlichia ruminantium* genetic diversity. Vaccine. 2010 Jun 23;28(29):4573-80. Epub 2010 May 12.PMID: 20470791.
- [11] Vachiéry, N., Lefrançois, T., Esteves, I., Molia, S., Sheikboudou, C., Kandassamy, Y., Martinez, D., 2006, Optimisation of the inactivated vaccine dose against heartwater and *in vitro* quantification of *Ehrlichia ruminantium* challenge material. Vaccine 24, 4747-4756.
- [12] Marcelino, I., Sousa, M.F.Q., Verissimo, C., Cunha, A.E., Carrondo, M.J.T. Alves, P. M., 2006. Process development for the mass production of *Ehrlichia ruminantium*. Vaccine 24, 1719-1725.
- [13] Marcelino, I., Vachiéry, N., Amaral, A.I., Roldao, A., Lefrançois, T., Carrondo, M.J.T., Alves, P.M., Martinez, D., 2007. Effect of the purification process and storage conditions on the efficacy of an inactivated vaccine against heartwater. Vaccine 25, 4903-4913.
- [14] Pretorius, A., Liebenberg, J., Louw, E., Collins, N.E., Allsopp, B.A., 2010, Studies of a polymorphic *Ehrlichia ruminantium* gene for use as a component of a recombinant vaccine against heartwater. Vaccine 28, 3531-3539.
- [15] Pegram, R.G., Eddy, C., 2002. Progress towards the eradication of *Amblyomma variegatum* from the Caribbean. Exp. Appl. Acarol. 28, 273-281.
- [16] Ahoussou S, Lancelot R, Sanford B, Porphyre T, Bartlette-Powell P, Compton E, Henry L, Maitland R, Lloyd R, Mattioli R, Chavernac D, Stachurski F, Martinez D, Meyer DF, Vachiéry N, Pegram R, Lefrançois T. Analysis of *Amblyomma* surveillance data in the Caribbean: lessons for future control programmes. Vet Parasitol. 2010 Feb 10;167(2-4):327-35. Epub 2009 Sep 23.PMID: 19833441
- [17] Barré, N., G. Uilenberg, P.C. Morel&E.Camus. 1987. Danger of introduction heartwater onto the American mainland: potential role of indigenous and exotic *Amblyomma* ticks. Onderstepoort. J. Vet. Res. 54: 405-417.